

早稲田大学審査学位論文  
博士（スポーツ科学）  
概要書

ストレスシステム，自律神経機能および内分泌機能に  
及ぼす断眠の影響と運動耐容能の変化—運動中に生じ  
る心臓血管系事故の発生機序解明に向けて—

Alteration of exercise tolerance and effects on stress,  
autonomic and endocrine systems in sleep deprivation:  
For clarifying the mechanisms of the cardiovascular  
events during exercise

2012年1月

早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科

小西 真幸

KONISHI, Masayuki

研究指導教員： 坂本 静男 教授

## 第 1 章 序論

運動は健康に様々な利点をもたらす一方、過度な運動は心臓血管系の事故の危険因子となる。日本では成人の運動実施率が増加傾向にあり、運動中に生じる心臓血管系の事故の発生予防は早急に取り組むべき課題である。しかしながら、運動中に生じる心臓血管系の事故の発生機序は不明な点が多い。

睡眠不足は自律神経や内分泌機能を乱すことが示唆され、自律神経や内分泌機能の乱れは心臓血管系の事故の発生と関連がある。睡眠不足による自律神経や内分泌機能の乱れが、過度な運動時の心臓血管系の事故の引き金となる可能性が高い。

本研究では、睡眠不足により運動中の心臓血管系の事故が引き起こされる機序を解明するための基礎データを蓄積することを目的とし、1) 断眠の交感神経副腎髄質系および視床下部 - 下垂体 - 副腎皮質 (hypothalamic-pituitary-adrenocortical: HPA) 系に及ぼす影響、2) 断眠の朝の運動耐容能および内分泌応答に及ぼす影響、3) 断眠の安静時の自律神経機能、内分泌機能および夕方の運動耐容能、内分泌応答に及ぼす影響、を検討した。

## 第 2 章 文献研究

本研究の目的を達成するうえで必要不可欠な研究的手法および評価項目を示した。

2-1 ストレスシステムおよび内分泌機能

2-2 心拍変動による自律神経機能解析

2-3 運動耐容能

### 第 3 章 断眠の交感神経副腎髓質系および視床下部 - 下垂体 - 副腎皮質系に及ぼす影響—唾液中ストレス指標による検討— (実験 I)

断眠が交感神経副腎髓質系および HPA 系に及ぼす影響を検討することを目的とし、唾液中ストレス指標を用いた検討をおこなった。その結果、断眠により唾液中クロモグラニン A 濃度が増加し、断眠が交感神経副腎髓質系のストレスシステムを賦活させることが明らかとなった。しかしながら、断眠の HPA 系のストレスシステムへの影響には検討の余地があること、唾液中クロモグラニン A によってとらえた断眠の影響が、自律神経や内分泌機能、そして運動耐容能に影響を与えるか否かは明らかではないことが課題として挙げられた。そこで、実験 II および III において断眠の自律神経および内分泌機能、運動耐容能への影響を検討した。

### 第 4 章 断眠の朝の運動耐容能および内分泌応答に及ぼす影響(実験 II)

運動中の心臓血管系の事故は朝や夕方によく、睡眠不足が朝あるいは夕方の運動耐容能に及ぼす影響を検討する必要性が高い。まず実験 II では、朝の運動耐容能および内分泌応答に及ぼす影響を検討した。その結果、断眠による朝の運動耐容能の低下や運動に対するホルモン分泌の変化は認められず、断眠は朝の運動耐容能および内分泌応答に影響を及ぼさないことが示唆された。実験 II では、朝に運動負荷をおこなうプロトコールのため、断眠による 1 日を通しての自律神経および内分泌機能測定をおこなうことができなかった。そこで実験 III において、朝、昼、夕方の自律神経および内分泌機能測定、夕方の運動耐容能を測定し、断眠の影響を検討した。

## 第 5 章 断眠の安静時の自律神経機能，内分泌機能および夕方の運動耐容能，内分泌応答に及ぼす影響（実験Ⅲ）

断眠が朝，昼，夕方の自律神経および内分泌機能に及ぼす影響，さらに夕方の運動耐容能および内分泌応答に及ぼす影響を検討した．その結果，断眠により朝および午後の時間帯における自律神経活動全体の亢進，特に午後の時間帯における副交感神経活動の亢進が認められ，また，朝および昼の副腎皮質刺激ホルモン濃度の増加，運動時心拍数の低下が認められたが，運動耐容能は維持された．断眠は自律神経および内分泌機能を変動させるが，その影響は時間帯によって異なること，そして，代償機能の働きにより夕方の運動耐容能を維持させることが示唆された．

## 第 6 章 総合討論 および 第 7 章 結論

断眠は交感神経副腎髓質系および HPA 系のストレスシステムを賦活させ，内分泌機能を，特に副腎皮質刺激ホルモンに対するコルチゾールの反応性を低下させるが，自律神経活動，特に副交感神経活動を亢進させることで心臓血管系の保護機能を高めることが示唆された．さらに，断眠は夕方の運動時心拍数を低下させるが，代償機能の働きにより運動耐容能を維持させることが示唆された．つまり，急性の断眠は内分泌機能を低下させる可能性はあるものの，自律神経機能や他の代償機能が働くことにより運動耐容能は維持され，直ちに心臓血管系の事故を引き起こすことにはつながらないということである．ただし，自律神経機能が低下している中高齢者や心臓血管系の疾患者，慢性的な睡眠不足状態では，代償機能が十分に働かずに心臓血管系の事故が引き起こされる可能性がある．本研究の知見は，運動中に生じる心臓血管系の事故の発生機序を解明する一助として，重要なエビデンスを提供すると考えている．